

1746

500.41254X00



Applicant(s): MIZUMURA, et al
Serial No.: 10 / 080,540
Filed: February 25, 2002
Title: ETCHING METHOD OF ORGANIC INSULATING FILM

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Assistant Commissioner for
- Patents
Washington, D.C. 20231

APRIL 25, 2002

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s)
the right of priority based on:

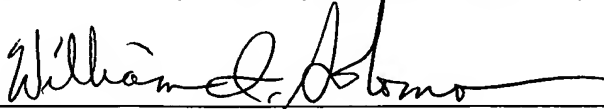
Japanese Patent Application No. 2001-286052
Filed: SEPTEMBER 20, 2001

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

RECEIVED
APR 30 2002
TC 1700

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



William I. Solomon
Registration No. 28,565

WIS/rp
Attachment

NO 188-01 CD

3



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-286052

[ST.10/C]:

[JP2001-286052]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

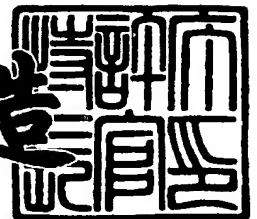


RECEIVED
APR 30 2002
TC 1700

2002年 3月 5日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3013384

【書類名】 特許願

【整理番号】 1601000731

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065

【発明の名称】 有機絶縁膜のエッチング方法

【請求項の数】 8

【発明者】

 【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

 【氏名】 水村 通伸

【発明者】

 【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

 【氏名】 福山 良次

【発明者】

 【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

 【氏名】 大本 豊

【発明者】

 【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

 【氏名】 渡辺 克哉

【特許出願人】

 【識別番号】 000005108

 【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

 【識別番号】 100075096

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機絶縁膜のエッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

有機絶縁膜のエッチング方法において、水素原子と窒素原子を含む分子ガスをプラズマ化し、プラズマ中の水素原子及びシアン分子の発光スペクトル強度比率を測定し、該測定値を所定の値以下にして処理することを特徴とする有機絶縁膜のエッチング方法。

【請求項 2】

有機絶縁膜のエッチング方法において、水素ガスと窒素ガスあるいはアンモニアガスをプラズマ化し、プラズマ中の水素原子及びシアン分子の発光スペクトル強度比率が所定の値以下となるように、ガス流量及び圧力を制御して処理することを特徴とする有機絶縁膜のエッチング方法。

【請求項 3】

有機絶縁膜を形成した被エッチング試料が配置されたエッチング処理室内に、窒素ガスと水素ガス、あるいは水素原子と窒素原子を含む分子ガスのプラズマを生成し、前記エッチング処理室内の圧力を 1 0 P a 未満にして前記被エッチング試料を処理することを特徴とする有機絶縁膜のエッチング方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載の有機絶縁膜のエッチング方法において、前記プラズマの生成に水素ガスおよび窒素ガスを用い、前記窒素ガスに対する前記水素ガスの混合比が 1 0 以上である有機絶縁膜のエッチング方法。

【請求項 5】

請求項 4 記載の有機絶縁膜のエッチング方法において、前記水素ガスと前記窒素ガスの総流量が 2 0 0 cc/分以上である有機絶縁膜のエッチング方法。

【請求項 6】

請求項 3 記載の有機絶縁膜のエッチング方法において、前記水素原子を含む分子ガスが水素ガスであり、前記窒素原子を含む分子ガスがアンモニアガスであって、前記アンモニアガスに対する前記水素ガスの混合比が 1 0 以上である有機絶

縁膜のエッチング方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の有機絶縁膜のエッチング方法において、前記水素ガスと前記アンモニアガスの総流量が 2 0 0 cc/分以上である有機絶縁膜のエッチング方法。

【請求項 8】

請求項 3, 4, 5, 6 または 7 のいずれかに記載の有機絶縁膜のエッチング方法において、前記プラズマ中の波長概 4 8 6 nm の水素原子 (H) 発光スペクトルと波長概 3 8 8 nm のシアン分子 (CN) 発光スペクトルの強度比 CN/H が 1 以下となるプラズマを用いる有機絶縁膜のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機絶縁膜のエッチング方法に係り、半導体装置の製造に用いられる有機絶縁膜のエッチング方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

有機絶縁膜のエッチング方法としては、例えば、特開 2 0 0 1 - 6 0 5 8 2 号公報に記載のものが知られている。本公報には、処理室内に少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含む処理ガスを導入し、真空処理室内の圧力を実質的に 5 0 0 mTorr 以上にして、処理室内に配置された被処理体に形成された有機層膜に対するエッチングを行うことが開示されており、有機膜は比誘電率が 3.5 以下の低誘電率材料が好ましく、また、真空処理室内の圧力は実質的に 5 0 0 mTorr ~ 8 0 0 mTorr が好ましいことが記載されている。

【0 0 0 3】

また、処理ガスに少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力を実質的に 5 0 0 mTorr 以上にすると、エッチストップを用いることなく、マイクロレンチングを防ぐことができること、また、マスク選択比を高めることができること、これにより、エッチングを有機層膜の途中で停止する必要が生じるプロセス、例えば、デュアル・ダマシンプロセス等において

特に効果的であることが記載されている。

【 0 0 0 4 】

また、窒素原子含有気体として N_2 を採用してもよく、水素原子含有気体として H_2 を採用してもよいことが開示されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

半導体LSIは高速化に伴って微細化するだけでなく、低抵抗化のために配線材料もAlからCuへ移りつつある。配線としてのCuのドライエッチングが技術的に困難なことから、配線周囲に配置する層間絶縁膜を配線形状に合わせてエッチングした後、エッチングした溝あるいは穴にCuを埋め込み、CMP (Chemical Mechanical Polishing) により配線上部にある余分なCuを削りとり、配線を形成するダマシンプロセスが実用化されようとしている。特に、ダマシンプロセスの応用として、下層配線との接続穴を配線溝と同時に形成するデュアルダマシンプロセスの実用化に向けて検討が進められている。実用化の初期段階のデュアルダマシンプロセスではCuの埋め込み不良を防止するため、層間絶縁膜とのエッチング選択比の高いエッチングストッパ層を配線層と接続穴を形成する層との間に形成し、このエッチングストッパ層まで絶縁膜をエッチングし、さらにオーバーエッチングで完全に層間絶縁膜を抜くことにより配線溝の底面を平坦化している。

【 0 0 0 6 】

また配線間の微細化に伴い、信号伝播遅延や周囲の配線とのクロストークをさけるために絶縁膜の比誘電率を下げて線間容量を下げる必要が出てきており、これに伴って層間絶縁膜用に多くの低誘電率の絶縁膜材料が開発されてきている。無機系絶縁膜は従来の SiO_2 などの酸化膜エッチングプロセスに近いエッチングプロセスとなるが、有機系絶縁膜は従来とは異なったケミストリーのエッチングプロセスが必要となっている。

【 0 0 0 7 】

比誘電率3以下の低誘電率の有機絶縁膜を層間絶縁膜として用いるデュアルダマシンプロセスによる半導体LSIにおいて、配線層と接続穴を形成する層との

間にエッチングストッパ層を設置するとSiNなどのエッチングストッパ層（SiNの比誘電率は約6）が層間絶縁膜の誘電率より高いために、絶縁膜全体としては誘電率が高くなる。このため、層間絶縁膜にいくら低い誘電率の材料を使用してもエッチングストッパ層の誘電率で全体の誘電率が律速されてしまうという問題があった。

【0008】

そこで、上記従来技術に記載された特開2001-60582号のように、エッチングストッパ層を使用しないでデュアルダマシン構造をとることができる配線構造が考えられている。エッチングストッパ層がないことから、層間絶縁膜を配線深さ分だけエッチングする部分エッチング技術がキー技術となってくる。特に、ウェハ面内でのエッチング深さのばらつきが配線厚さに直接影響を与えるので、ウェハ面内のエッチングレートの均一性が従来以上に厳しくなる。また、エッチングの終点をどう判断するか、また、エッチングストッパ層がないのでエッチング中の溝や穴の底面の形状が常に平坦でなければならないという新たな課題がある。

【0009】

エッチングの終点の判定には、エッチング処理時間管理で対応する、あるいは特許出願2001-077431号に記載されているようなエッチング深さ、膜厚を光学的にモニタする方法が考えられる。

【0010】

エッチングレートのウェハ面内の均一性やエッチング中の溝や穴の底面の形状を制御するには、新しいエッチング技術が必要となる。特に、エッチング中の溝や穴の底面の形状は、エッチングされた側壁にプラズマから入射したイオンが集中したり、溝の中央部にエッチングに伴う多くの反応生成物が付着するなど、エッチングされた側壁際のエッチングレートが溝の中央部のエッチングレートより速くなり、いわゆるマイクロレンチあるいはサブレンチが発生、溝や穴の底面が平坦にできないことが多い。

【0011】

このマイクロレンチを防いで有機絶縁膜をエッチングする方法としては、前

述の特開 2 0 0 1 - 6 0 5 8 2 号公報に記載の方法が知られている。前述のように、この方法では、窒素ガスと水素ガスを混合して 5 0 0 mTorr (6 6 . 5 P a) 以上でエッチング処理するとマイクロレンチが発生することなくエッチングされると記載されている。しかし、この方法を用いた場合、処理室内の圧力が非常に高いので、(1) ウェハ面内のエッチングレートの均一性が悪い、(2) 反応生成物の量が非常に多くなって形状制御が難しい、(3) 処理室内が汚れやすいので再現性が低下する、といった問題がある。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は上記問題点を解決するものであり、有機絶縁膜の溝や穴の底面を平坦にエッチングすることのできる有機絶縁膜のエッチング方法を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、有機絶縁膜のエッチング方法において、水素原子と窒素原子を含む分子ガスをプラズマ化し、プラズマ中の水素原子及びシアン分子の発光スペクトル強度比率を測定し、該測定値を所定の値以下にして処理することにより、達成される。

【 0 0 1 4 】

また、上記目的は、有機絶縁膜のエッチング方法において、水素ガスと窒素ガスあるいはアンモニアガスをプラズマ化し、プラズマ中の水素原子及びシアン分子の発光スペクトル強度比率が所定の値以下となるように、ガス流量及び圧力を制御して処理することにより、達成される。

【 0 0 1 5 】

また、上記目的は、有機絶縁膜を形成した被エッチング試料が配置されたエッチング処理室内に、窒素ガスと水素ガス、あるいは水素原子と窒素原子を含む分子ガスのプラズマを生成し、エッチング処理室内の圧力を 1 0 P a 以下にして被エッチング試料を処理することにより、達成される。

【 0 0 1 6 】

また、プラズマの生成に水素ガスおよび窒素ガスを用い、窒素ガスに対する水

素ガスの混合比を10以上にする。さらに、水素ガスと窒素ガスの総流量を200 cc/分以上にする。

【0017】

また、水素原子を含む分子ガスが水素ガスであり、窒素原子を含む分子ガスがアンモニアガスであって、アンモニアガスに対する水素ガスの混合比を10以上にする。さらに、水素ガスとアンモニアガスの総流量を200 cc/分以上にする。

【0018】

また、プラズマ中の波長概486 nmの水素原子(H)発光スペクトルと波長概388 nmのシアン分子(CN)発光スペクトルの強度比CN/Hが1以下となるプラズマを用いる。

【0019】

また、他の態様によれば、上記目的は、被エッチング試料を配置可能な試料台と、エッチングガスが供給される気密性の良い処理室と、処理室内を減圧雰囲気にする真空ポンプと、水素ガスと窒素ガス、あるいは水素原子と窒素原子を含む分子ガスの流量を制御可能な流量制御バルブと、真空ポンプと処理室間に設置され処理室内に供給されたエッチングガスの排気速度を制御可能な排気速度調整バルブと、処理室内のエッチングガスをプラズマ化する電力を投入可能な回路および電源と、処理室内の圧力を測定する真空計とを具備する装置を用い、処理室内にプラズマを発生させて被エッチング試料をエッチングすることにより、達成できる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図1から図5を用いて説明する。

【0021】

図1は本発明のエッチング方法を適用するエッチング装置の概略構成を示す図である。エッチング装置内にはエッチング処理室1があり、その処理室1内には被エッチング試料である半導体LSIチップを形成するためのウェハ2を設置する試料台3がある。試料台3は電圧が印加できる電極構造となっており、またエ

エッチング中の被エッチング試料の温度を冷媒により制御できる温度調節機構 2 1 がついている。さらに試料台 3 の位置は上下に可動することができ、試料台 3 に対向する位置に設置したガスを流すためのガス穴 4 が開いた電極 5 との間隔を変えることができる。この電極 5 の上部にはプラズマ化するためのエッチングガスである窒素ガスや水素ガスが一時的に溜まるガス溜まりスペース 8 があり、ここで、それぞれのガスが混合した後にガス穴 4 を通過して処理室 1 内に導入される。なお、各ガスはガスボンベ 9, 1 0, 1 1 から配管を通り流量制御バルブ 1 2, 1 3, 1 4 を通過、エッチング条件に合った流量でガス溜まりスペース 8 に供給される。供給されたガスは処理室 1 内にある時間、滞在するが、その後、真空ポンプ 1 5 により処理室 1 外に排出される。その際、処理室 1 内に設置された真空計 1 6 により処理室 1 内の圧力を計測して一定圧力になるように排気速度調整バルブ 1 7 を制御する。ガス流量、圧力が所望の値になり、安定した段階で電極 5 に高周波電力が高周波電源 1 8 より供給される。この電力により処理室 1 内のガスはプラズマ化されプラズマ 1 9 が生成される。プラズマ生成と同時に試料台 3 にも高周波電源 2 0 から高周波電力が投入され、被エッチング試料に高周波電圧が印加される。この電圧によりプラズマ 1 9 を構成する電子、イオンの内でエッチャントとなるイオンを被エッチング試料に向かって加速してエッチング反応を促進する。

【 0 0 2 2 】

被エッチング試料であるウェハ 2 の一部の配線層のエッチング処理後の構造を示す断面図を図 2 に示す。半導体素子基板 1 0 5 の上層に配線層が 3 層、デュアルダマシン方式で形成され、4 層目のデュアルダマシンのための層間絶縁膜である有機絶縁膜 1 0 3 のエッチングが終わったときの状態を示している。3 層目の Cu 配線 1 0 0 に向かって 4 層目の接続穴 1 0 1 とその上層配線となる溝 1 0 2 が形成されている。この配線構造を実現するために、いくつかのステップを踏んでエッチング処理が行われるが、その中でも難易度の高いエッチングは図 3 に示す処理である。

【 0 0 2 3 】

図 3 は図 2 中の丸印部 3 0 0 で囲んだ部分の詳細を示し、接続穴 1 0 1 のエッ

チングが終了した時点の断面形状を示している。フォトレジストマスク（図示省略、接続穴 1 0 1 のエッチング中はデュアルハードマスク 1 0 4 上に形成され、接続穴 1 0 1 のエッチング終了とともにほぼ無くなる）を使用してエッチングした接続穴 1 0 1 は下層のデュアルハードマスク 1 0 4 a まで到達している。さらにデュアルハードマスク 1 0 4 で配線溝をエッチングする。前述したように配線間容量を低くするために低誘電率の層間絶縁膜を採用しているだけでなく、エッチングストッパ層を使用していないので配線溝のエッチングは、配線高さ分に相当する位置で止める必要がある。このエッチング処理においては、前述したようにエッチング深さのウェハ面内均一性やエッチングした溝の側壁際にサブトレンチ発生の問題がある。なお、層間絶縁膜（有機絶縁膜 1 0 3）は有機膜であり、例えばダウケミカル社の S i L KTM といった低誘電率 2.6 ~ 2.7 の膜である。

【 0 0 2 4 】

有機絶縁膜 1 0 3 に対し所望の溝や穴をエッチングする際には、有機絶縁膜 1 0 3 上にパターンニングされたエッチングマスクが形成されている。このエッチングマスクはフォトレジスト膜や S i O₂ 膜、S i N 膜などが用いられる。図 3 では、デュアルハードマスク 1 0 4 として S i N 膜 / S i O₂ 膜を採用しており、接続穴 1 0 1 を加工する際にはさらにデュアルハードマスク 1 0 4 上にフォトレジスト膜が形成されている。

【 0 0 2 5 】

以下、前述のエッチング装置を用いたプラズマエッチング処理による、上記のように構成された被エッチング試料であるウェハのデュアルダマシン構造の配線溝加工の実施例（1 ~ 5）を説明する。

【 0 0 2 6 】

〔実施例 1〕

まず、図 3 に示した接続穴 1 0 1 のエッチング後のウェハ 2 を、エッチング装置の処理室 1 内の試料台 3 上に配置する。なお、ここでのウェハ 2 は、接続穴 1 0 1 のエッチング中にマスキングしていたフォトレジストマスクが同時に除去され、エッチングの終了とともにフォトレジストマスクが無くなり、ハードマスク 1 0 4 がマスクパターンとして残った状態である。その後、処理室 1 内は真空

ポンプ15により排気され真空状態になる。図示されていない静電チャック機構によりウェハ2には、試料台3に固定するための電圧が印加される。さらに試料台3に付加されている温度調節機構21により予め設定された最適な温度、本実施の形態では50℃に維持する。なお、ウェハ2の温度は温度調節機構21の設定温度により変わり、プロセス条件によって変更される。

【0027】

続いてガスボンベ9、10から流量制御バルブ12、13によってエッチング処理ガスである窒素ガス及び水素ガスをそれぞれ10cc/分、200cc/分の流量で、ガス溜まりスペース8及びガス穴4を介して処理室1内に供給する。処理室1内に流れ込んだガスは、真空ポンプ15で排気されるとともに排気速度調整バルブ17によって制御され、本実施の形態では処理室1内の圧力は3Paの一定値に維持される。

【0028】

その後、処理室1内の圧力が安定した時点で電極5に高周波電源18から、例えば450MHzの高周波電力1000Wが供給される。この電力により処理室1内の窒素ガスおよび水素ガスはプラズマ化されプラズマ19が生成される。なお、処理室1の周囲に磁石あるいは電磁石22を配置することで、プラズマ19の分布を制御したり、電極5に印加した高周波電界と磁場との作用によってプラズマ19中の電子をエレクトロンサイクロトロン共鳴させプラズマの密度を制御することもできる。プラズマ19の生成と同時に、試料台3に高周波電源20から、例えば800kHzの高周波電力100Wが供給され、ウェハ2に高周波バイアスが加わる。ウェハ2表面にはプラズマからエッチャントが入射してハードマスク104の無い部分については約120nm/分の速度で有機絶縁膜103であるSiLKTMのエッチングが進行する。

【0029】

このエッチング中に図3に示す有機絶縁膜(SiLKTM)103の溝底面201は、窒素ガス起因のエッチャントと水素ガス起因のエッチャントの割合により平坦な形状になったり、サブトレンチ形状になったりする。平坦な形状を得るには窒素ガス起因のエッチャントと水素ガス起因のエッチャントの割合を制御する必

要がある。混合ガスの割合は、プラズマ中の水素原子(H)とシアン分子(CN)の発光スペクトルの強度比率によって調整され、水素原子(H)発光スペクトル波長486nmとシアン分子(CN)発光スペクトル波長388nmのラインの強度比率CN/Hが1以下になるように調整される。この条件下では溝底面201は常に平坦な形状となってエッチングが進む。なお、発光スペクトルは、図1の装置のプラズマ観察窓23からプラズマ19の発光スペクトル採光し、モニタ装置(図示省略)によってモニタリングされる。

【0030】

図4は上記条件により2分間エッチングしたときの溝の断面形状を示す。ハードマスク104の無い溝部分がエッチングされており、有機絶縁膜103の右側壁底面にはサブトレンチが生じることも無く、また、接続穴101はオーバーエッチングになるが垂直形状となっている。このときの発光スペクトル強度CN/Hの比率は0.6であった。なお、窒素ガスと水素ガスに加えてアンモニアガスを混合することにより、窒素起因のエッチャントと水素起因のエッチャントの量の比率を制御しても同じ結果が得られる。

【0031】

上述の実施例1以外にアンモニアガスを添加した場合や、水素ガスと窒素ガスの混合比を変えた場合、エッチング処理室内の圧力を変えた場合などの実施例2～5の結果を表1に示す。

【0032】

【表1】

表 1

実施例	ガス流量(cc/分)			処理室内圧力 (Pa)	エッチングレート (nm/分)	CN/H強度比	サブトレンチ率
	水素ガス	窒素ガス	アンモニアガス				
1	200	10	0	3	122	0.6	96
2	200	0	20	3	154	0.7	100
3	50	50	0	3	159	4.5	122
4	50	0	50	3	189	6	126
5	200	10	0	10	127	3.7	120

【 0 0 3 3 】

〔実施例 2〕

実施例 2 では窒素ガスに代えてアンモニアガスを混合している。アンモニアガスの場合にもガスの混合比を 1 0 以上にすることで、発光スペクトル強度 CN/H の比率を 0.7 にすることができ、エッチングレートが 1 5 4 nm/分で、サブトレンチ率が 1 0 0 % でエッチング加工ができています。なお、サブトレンチ率とは、エッチングした側壁際のエッチングレートと溝中央部のエッチングレートの比を百分率で示している。この率が 1 0 0 % 以下であればサブトレンチが発生していないことになる。

【 0 0 3 4 】

〔実施例 3〕

一方、実施例 3 で行ったエッチング処理では、条件として窒素ガスを 5 0 cc/分、水素ガスを 5 0 cc/分にし、その他の条件は上記条件と同一である。エッチング加工したウェハ断面の形状を図 5 に示す。エッチングした有機絶縁膜 1 0 3 の右側壁底面にサブトレンチ 2 0 2 が形成されており、さらに接続穴 1 0 1 の底面でもサブトレンチ 2 0 3 が発生している。サブトレンチの原因は、エッチング中のプラズマの発光スペクトル測定結果で求めた発光スペクトル強度 CN/H 比率 4.5 から類推すると、窒素起因のエッチャントと水素起因のエッチャントのバランスが崩れたことによると思われる。すなわち、有機絶縁膜 1 0 3 のエッチング速度を向上させる窒素起因のエッチャントが増えたことによって、エッチング速度が向上、言い換えると、有機絶縁物と窒素起因のエッチャントとの反応生成物が増加し、エッチング面に再付着してエッチング形状に影響を与えるものと考えられる。反応生成物は、エッチング面の側壁側底面よりも底面中央部に付着し易いので、側壁側底面部がエッチングされ易くなってサブトレンチが発生すると考えられる。

【 0 0 3 5 】

〔実施例 4〕

また、実施例 4 では窒素ガスの代わりにアンモニアガスを混合比 1、かつ総流量 1 0 0 cc/分でエッチング処理を行った結果である。実施例 3 と同様に発光ス

ペクトル強度CN/Hの比率が6となり、サブトレンチ率126%となった。

【0036】

これまでの結果によると、少なくともガスの混合比(H成分ガス/N成分ガス)は10以上であり、総流量は200cc/分以上であって、かつ発光スペクトル強度比率(CN/H)が1以下となる条件にする必要があることが分かる。

【0037】

〔実施例5〕

さらに、実施例5では実施例1の条件でエッチング処理室内の圧力を3Paから10Paに変えたエッチング処理を行った。圧力を上げると発光スペクトル強度CN/Hの比率が3.7となり、サブトレンチ率120%となった。このことから、サブトレンチを防ぐにはエッチング処理室内の圧力を10Pa未満にする必要があることが分かる。

【0038】

また、上述の実施の形態では、450MHzの高周波により生成したプラズマを使用した。他の放電方式(例えば、容量結合方式、誘導結合方式、マグネトロン方式等)で行っても窒素起因のエッチャントと水素起因のエッチャントのバランスがとれれば、同様の結果を得ることが可能である。

【0039】

【発明の効果】

以上、本発明によれば、低誘電率の有機絶縁膜のエッチングにおいて、エッチング中、常に溝あるいは穴底形状を平坦にすることができ、エッチングストッパ層を用いることなく半導体LSIチップ上の電気配線用溝を形成することができる。

【0040】

また、エッチングストッパ層を用いる必要がないので、ウェハ製造工程数が減ることだけでなく、エッチングストッパ層による誘電率上昇が防げ、配線間のクロストークや信号伝達遅延が防げ、半導体チップの動作速度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のエッチング方法を実施するためのエッチング装置の一例を示す概略の断面図である。

【図2】

エッチングストッパ層を用いないデュアルダマシン方式で配線形成した半導体LSIの構造の一例を示す図である。

【図3】

エッチングストッパ層を用いないデュアルダマシン方式の配線形成における層間絶縁膜の部分エッチング断面の一例を示す図である。

【図4】

本発明のエッチング方法を用いたエッチング処理後のエッチング断面形状を示す図である。

【図5】

サブトレンチの発生したエッチング断面形状を示す図である。

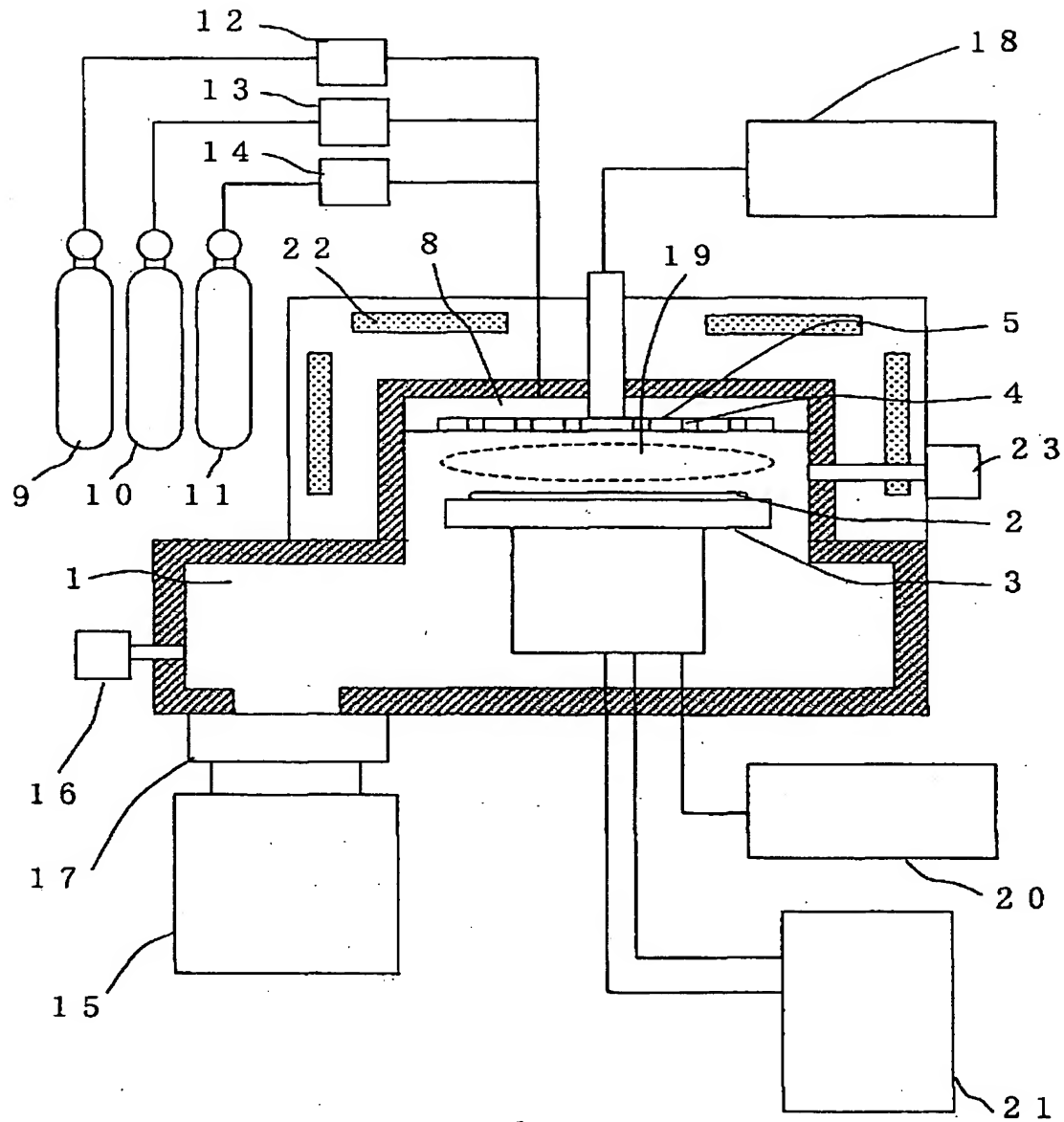
【符号の説明】

1…処理室、2…ウェハ、3…試料台、4…ガス穴、5…電極、8…ガス溜まりスペース、9…窒素ガスボンベ、10…水素ガスボンベ、11…アンモニアガスボンベ、12, 13, 14…流量制御バルブ、15…真空ポンプ、16…真空計、17…排気速度調整バルブ、18, 20…高周波電源、19…プラズマ、21…温度調節機構、22…磁石あるいは電磁石、23…プラズマ観察窓、100…Cu配線、101…接続穴、102…溝、103…有機膜絶縁膜、104…デュアルハードマスク、105…半導体素子基板、201…溝底面、202, 203…サブトレンチ。

【書類名】 図面

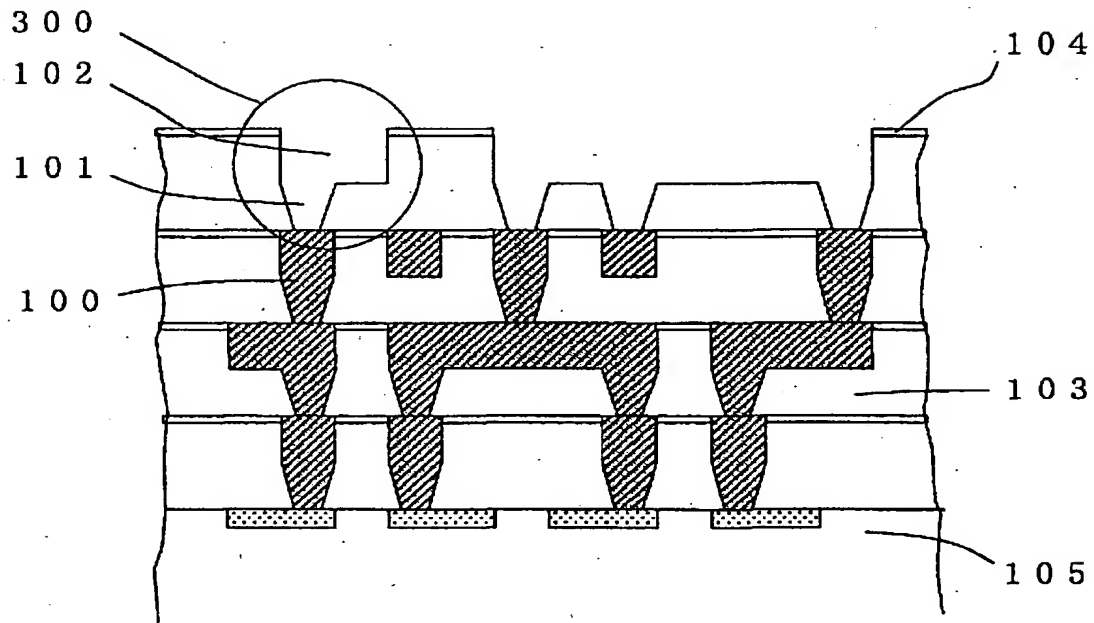
【図1】

図 1



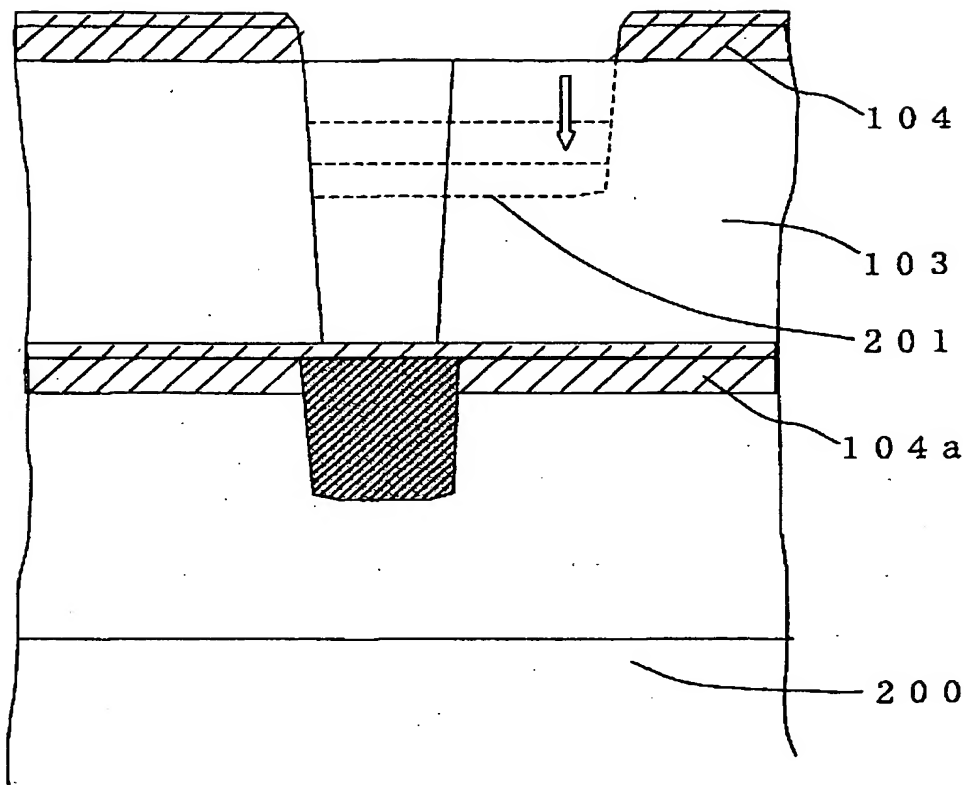
【図 2】

図 2



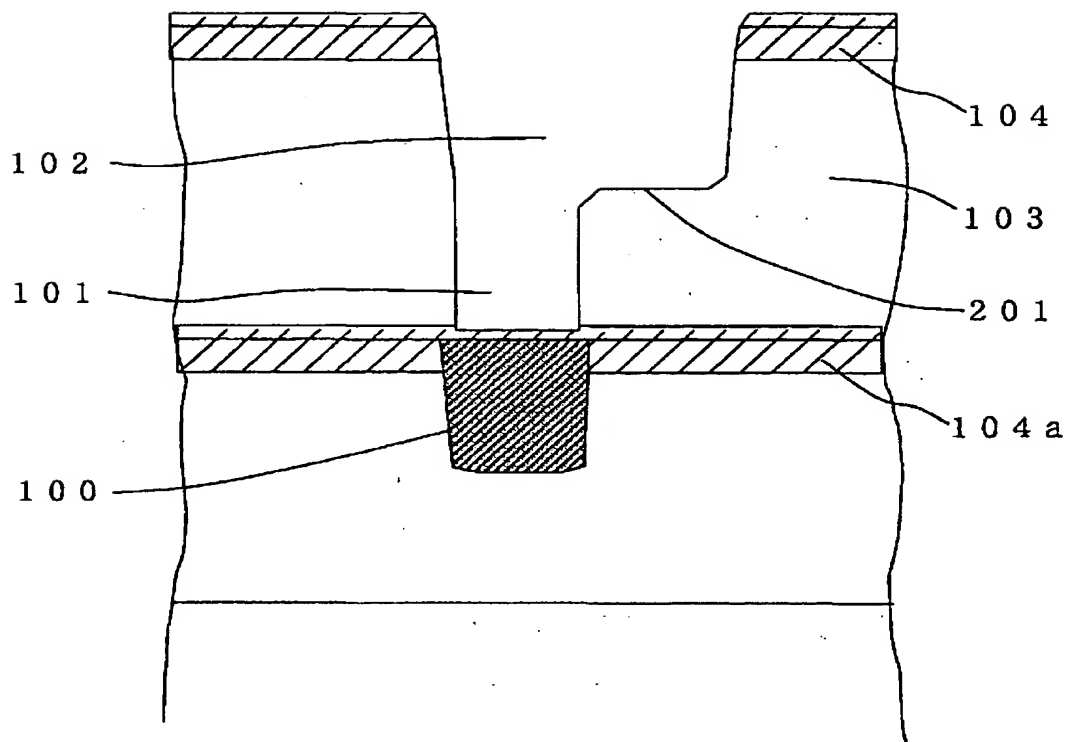
【図3】

図 3



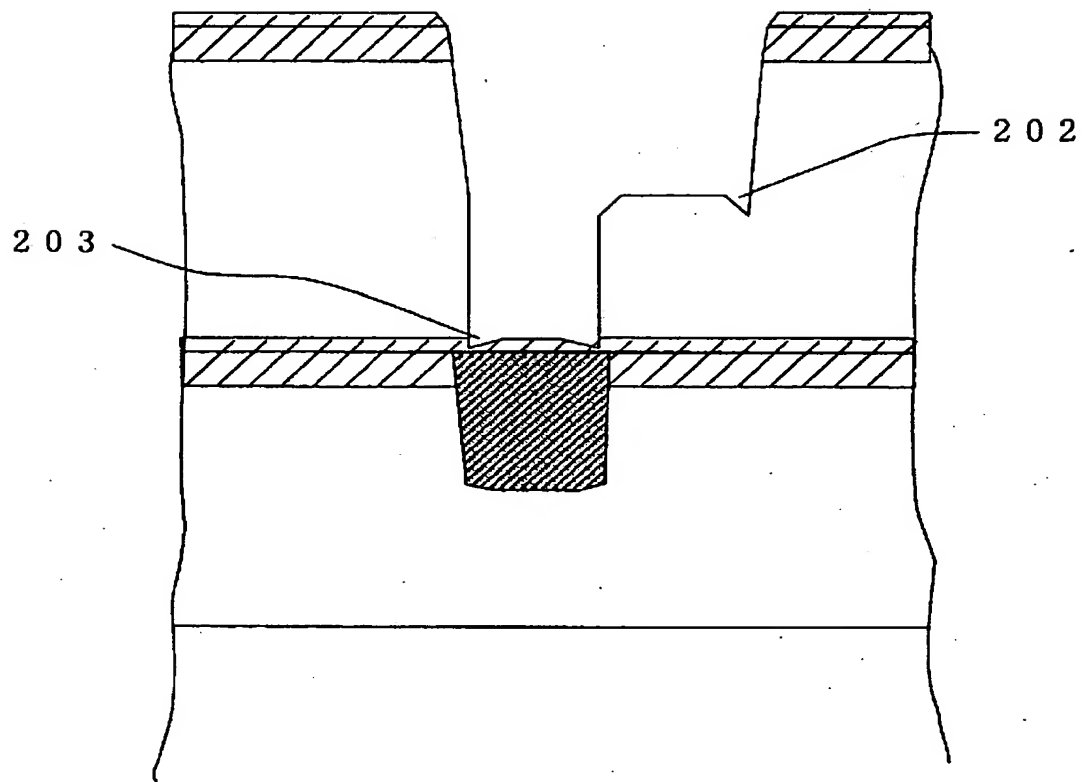
【図4】

図 4



【図 5】

図 5



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

層間絶縁膜としての低誘電率有機絶縁膜のエッチングにおいて、エッチングス
トップ層を使用することなく電気配線用の溝や穴の底面を平坦にエッチングする

【解決手段】

水素ガスと窒素ガスあるいはアンモニアガスをプラズマ化し、該プラズマの水
素原子及びシアン分子の発光スペクトル強度比率が所定の値となるように、ガス
流量及び圧力を制御して、低誘電率有機絶縁膜が形成された被エッチング試料エ
ッチングする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-286052
受付番号	50101383977
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成13年 9月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 9月20日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所